

Abstract: The results of research of scientists from scientific institutions of the Russian Federation, CIS and foreign countries for the development of hexaploid triticale with wheat cytoplasm, as well as other types of amphidiploids including secalotriticum with rye cytoplasm, based on the hybridization of wheat with rye. The results of experiments on the creation of triticale with different types of mutagenesis, biotechnological research, contributing to the formation of genotypes with high productivity of plants and their environmental sustainability.

Keywords: triticale, morphogenetic diversity, mutagenesis, environmental mutagenesis secalotriticum, selection, productivity.

УДК 651.583:631.559:633.1(470.44/47)

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПШЕНИЦЫ В ПОВОЛЖЬЕ

А.И. ПРЯНИШНИКОВ, член-корреспондент РАН

Н.Г. ЛЕВИЦКАЯ, И.И. ДЕМАКИНА

ФГБНУ «НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА»

E-mail: raiser_saratov@mail.ru

В статье дана оценка воздействия современного изменения климата на агроклиматические ресурсы региона и продуктивность основных зерновых культур. Показаны тенденции изменения показателей теплообеспеченности и влагообеспеченности вегетационного периода и реакции на них урожайности озимой и яровой пшеницы.

Ключевые слова: температура, осадки, запасы влаги, урожайность, тренд, коэффициент вариации.

Поволжский регион отличается резко континентальным, засушливым климатом с контрастными по годам погодными условиями, что в значительной степени определяет колебания урожайности сельскохозяйственных культур. Сравнительный анализ урожайности яровой и озимой пшеницы не только подтверждает высокую изменчивость, но и свидетельствует о лучшей реализации последней своих продуктивных свойств (рис. 1). За полувековой период средняя урожайность озимой пшеницы в Саратовской области составила 17,5 ц/га, в то время как у яровой пшеницы она отмечалась на уровне 8,8 ц/га, что и объясняет значительное увеличение посевных площадей под озимой пшеницей.

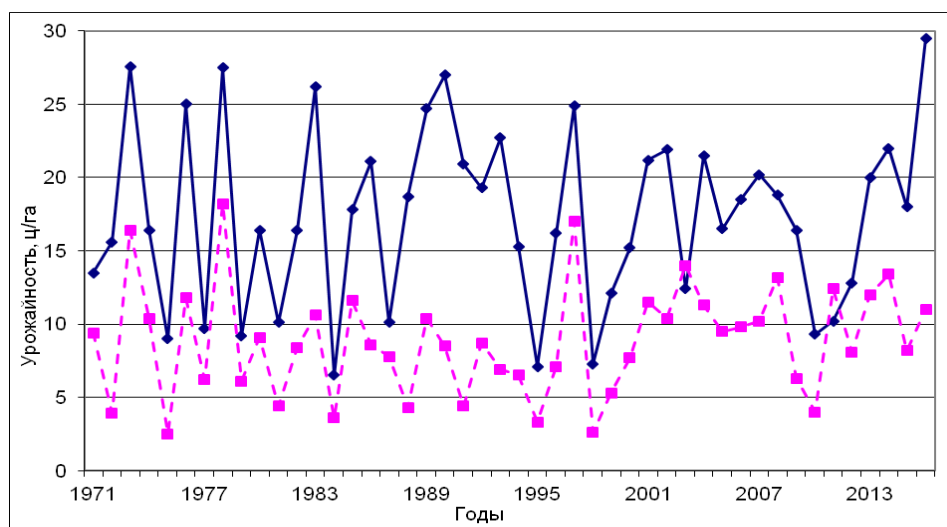


Рис. 1. Динамика урожайности озимой (1) и яровой (2) пшеницы в Саратовской области за 1971-2016 гг.

Минимальные и максимальные значения урожайности этих культур приходятся практически на одни и те же годы. Причины резкого снижения урожайности довольно очевидны и связаны с жестокими устойчивыми засухами в период вегетации зерновых культур, а также суровыми условиями зимовки для озимой пшеницы (1985, 1995, 2003 гг.). Однако, несмотря на это, за все годы наблюдений отмечалось лишь два случая, когда озимая пшеница уступала яровой по урожайности – в период слабой ее перезимовки в 2003 г. (когда отмечалось 50% гибели посевов) и после жесткой засухи 2010 года, когда в области не везде были получены хорошие всходы озимых осенью.

Максимумы урожайности объясняются благоприятным гидротермическим режимом и оптимальным увлажнением в наиболее ответственные периоды вегетации зерновых.

Изменения климата оказывают влияние не только на продуктивность зерновых культур, но и на величину межгодовой вариабельности урожаев. Расчет коэффициентов вариации среднеобластной урожайности озимой и яровой пшеницы за 1976-1995 и 1996-2015 гг. свидетельствует об уменьшении вариабельности этих культур соответственно на 12,6 и 7% (табл. 1). При этом рост урожайности озимой пшеницы по тренду за этот период составил 1,3 ц/га, а у яровой пшеницы – 1,7 ц/га.

В условиях меняющегося климата из последних 35 лет высокоурожайными для озимой пшеницы были 4 года (1983, 1990, 1997 и 2016). Урожайность озимой пшеницы в эти годы была выше тренда на 45-62%, три года (1999, 2003 и 2012) были низкоурожайными с отклонениями от тренда на 25-30% и 4 года выдalisь крайне неурожайными с отклонениями урожайности от тренда на 45-50%. Остальные годы были среднеурожайными.

Таблица 1

Изменение коэффициентов вариации средней областной урожайности озимой и яровой пшеницы за различные периоды

Культура	Cv,%		
	1976-1995 гг.	1996-2015 гг.	Δ Cv
Озимая пшеница	40,5	27,9	-12,6
Яровая пшеница	43,3	36,3	-7,0

Для яровой пшеницы к числу высокоурожайных лет можно отнести 1983, 1985, 1997, 2003 и 2008 гг. Урожайность яровой пшеницы в эти годы превысила значения тренда на 45-90%. Низкоурожайными с отклонениями от тренда на 25-35% были 1981, 1999 и 2009 годы. В шести годах из 35 (1984, 1988, 1991, 1995, 1998 и 2010) отклонения урожайности от тренда достигали 50-70%. Все неурожайные для яровой пшеницы годы четко связаны с сильными и обширными засухами.

Анализ влияния основных агрометеорологических факторов на продуктивность яровой пшеницы указал на тесную корреляционную связь между урожайностью яровой пшеницы и аномалией средней температуры воздуха за май-июль ($r = -0,71$), числом дней с максимальной температурой выше 30°C ($r = -0,72$), числом сухих дней ($r = -0,62$) и количеством осадков, выпадающих за вегетационный период ($r = 0,52$). Уравнение множественной регрессии, описывающее зависимость урожайности яровой пшеницы от этих показателей имеет следующий вид [1].

$$Y = 117,868 - 21,525x_1 + 0,0166x_2 - 0,455x_3 - 0,0005x_4,$$

где Y – урожайность яровой пшеницы, % тренда; x_1 – аномалия средней температуры воздуха за май-июль, $^{\circ}\text{C}$; x_2 – сумма осадков за май-июль, % нормы; x_3 – число дней с температурой воздуха более 30°C ; x_4 – число сухих дней за май-июль.

Согласно графической корреляции урожайности яровой пшеницы с аномалией средней температуры воздуха и отклонением от нормы количества осадков выпадающих в период вегетации, наибольший прирост урожайности яровой пшеницы наблюдается при средней аномалии температуры воздуха равной -2°C и сумме осадков, превышающих норму на 30-40%, наименьший – при аномалии средней температуры равной $2,8^{\circ}\text{C}$ и дефиците осадков за период вегетации около 60% нормы. Увеличение средней за период вегетации температуры

воздуха на 1⁰ выше нормы вызывает снижение урожайности яровой пшеницы на 25-30% тренда, а уменьшение количества осадков на 35% по сравнению с нормой обуславливает снижение урожайности яровой пшеницы на 30-40% тренда.

Озимая пшеница менее чувствительна к изменениям гидротермических условий в период весенне-летней вегетации. При сохранении однонаправленности связи коэффициенты корреляции между ее урожайностью и перечисленными выше гидротермическими показателями значительно ниже. Теснота связи с аномалией средней за май-июль температуры воздуха характеризуется $r = -0,44$, с числом дней с температурой воздуха более 30⁰ – $r = -0,42$, с числом сухих дней – $r = -0,39$, с суммой осадков – $r = 0,31$. О меньшей реакции продуктивности озимой пшеницы на изменение климатических условий весенне-летней вегетации свидетельствует и тот факт, что согласно полученной графической корреляции, увеличение средней температуры воздуха на 1⁰ выше нормы приводит к снижению урожайности озимой пшеницы на 10-15% тренда. Уменьшение количества осадков за май-июль на 35% ниже нормы снижает урожайность озимой пшеницы на 15-20% тренда.

При этом большое влияние на недоборы урожаев у озимой пшеницы оказывает отход производства от разработанных аграрной наукой систем «сухого земледелия», излишнее увлечение сельхозпредприятий «заграничными» моделями производства, ориентированность производства на рыночные культуры и увеличение посевных площадей под подсолнечником. Все это в причинно-следственной цепочке сельскохозяйственного производства, значительно обостряет его зависимость от климатических условий. Отчего вопросы глобального потепления климата и его влияния на окружающую среду являются одной из главных экологических проблем современности и основных вопросов развития научных основ адаптационных процессов в растениеводстве.

По данным фактических наблюдений и проведенного анализа наиболее интенсивное потепление началось в последней четверти XX века. Самым теплым годом за последние 100 лет признан 2010, а 1990-е годы стали самым теплым десятилетием этого периода. В среднем по России за 100-летний период инструментальных наблюдений приземная температура воздуха увеличилась на 1,3⁰С. При этом существенно увеличились годовые минимумы и максимумы температуры воздуха, особенно в холодный период.

В отношении осадков ситуация на территории России складывается значительно сложнее, поскольку наряду с увеличением количества осадков в одних областях наблюдается их уменьшение в других регионах, что особенно неблагоприятно для районов неустойчивого и недостаточного увлажнения.

Согласно материалам оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) в XXI в. потепление климата продолжится беспрецедентно быстрыми темпами, что окажет существенное влияние на многие отрасли экономики и в первую очередь на сельское хозяйство. Значительная часть территории России, включая Саратовскую область, попадает в зону максимального потепления. Поэтому в складывающейся ситуации исследования региональных проявлений глобального потепления, реакции на них наиболее чувствительных отраслей народного хозяйства и разработка эффективных путей их адаптации к новым климатическим условиям чрезвычайно актуальны и имеют большой практический интерес.

Анализ многолетних агрометеорологических данных свидетельствует о том, что современное изменение климата в Поволжье существенно изменяет его сельскохозяйственный потенциал [3].

За период наиболее интенсивного потепления (1981-2015 гг.) средняя годовая температура воздуха во всех природных зонах региона увеличилась, по сравнению с климатической нормой (1912-1980 гг.), на 1,4-1,5⁰С [2]. При этом среднемесячная температура января выросла на 3,3-3,9⁰С, февраля – на 2,4-2,8⁰С, декабря – на 1,9-2,3⁰С, а в период с мая по сентябрь в основном на 0,3-0,8⁰С (табл. 2).

Теплообеспеченность территории, характеризуемая суммой температур воздуха выше +10⁰С, увеличилась по сравнению с климатической нормой в лесостепи на 275⁰С, в черноземностепных районах – на 233⁰С, в сухостепных – на 214⁰С и в полупустынных – на 193⁰С. Наибольшая за весь период наблюдений сумма температур выше +10⁰С наблюдалась в засуху 2010 г. и составила по области от 3250⁰С до 3880⁰С, что превысило норму на 650⁰С - 750⁰С.

Таблица 2

Отклонение средних месячных температур воздуха (Δt ,⁰С) за период 1981-2016 гг. от климатической нормы за 1912-1980 гг.

Природная Зона	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Лесостепь	3,3	2,4	2,3	2,2	0,8	0,5	0,2	0,2	0,7	1,3	1,2	2,1	1,4
Засушливая черноземная степь	3,4	2,6	2,2	1,9	0,8	0,6	0,3	0,3	0,5	1,3	1,0	2,3	1,5
Сухая степь	3,5	2,5	2,5	2,1	0,8	0,6	0,3	0,1	0,6	1,3	1,1	1,9	1,5
Полупустыня	3,9	2,8	2,6	1,7	0,6	1,1	0,5	0,5	0,6	1,3	1,1	2,3	1,5

Средняя продолжительность безморозного периода в последнее 30-летие составила 165-178 дней, что на 5-8 дней больше, по сравнению с климатической нормой.

Отмеченные выше изменения температурного режима приводят к дальнейшему временному сдвигу в датах устойчивого перехода температуры воздуха через 0, 5 и 10⁰. Весной переход температуры через 0⁰ в среднем стал происходить на 7, а через 5 и 10⁰ на 2-3 дня раньше прежних сроков. Осенью переходы температур происходят наоборот позже в среднем на 2, 7 и 5 дней соответственно. В итоге продолжительность вегетационного периода увеличилась на 8-10 дней.

Изменение температурного режима сопровождается изменением режима увлажнения. Годовые суммы осадков изменились незначительно – увеличились на 6-11%. При этом произошло их существенное перераспределение между сезонами и месяцами (табл. 3).

Таблица 3

Изменение сумм осадков (ΔR , % нормы) за 1981-2016 гг. относительно климатической нормы (1891-1980 гг.)

Природная зона	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Лесостепь	117	107	103	97	86	123	96	94	128	105	114	105	106
Засушливая чернозем. степь	126	112	108	103	86	119	102	83	124	109	113	111	106
Сухая Степь	135	125	119	123	94	114	97	97	133	97	94	117	111
Полупустыня	133	105	121	135	95	110	87	96	141	114	84	104	107

Максимальное увеличение осадков наблюдается в сентябре (24-41%), январе (17-35%), июне (10-23%) и апреле (3-35%). Повсеместное уменьшение осадков отмечается в мае (5-14%) и августе (3-17%).

Изменения в годовом режиме осадков оказывают влияние на динамику осенних и весенних запасов продуктивной влаги в почве. Рассчитанные за период с 1950 по 2010 гг. тренды осенних и весенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы свидетельствуют об устойчивой тенденции их роста, как весной, так и осенью. При этом темпы увеличения осеннего увлажнения почвы в 2-4 раза превышают соответствующее увеличение весенних запасов продуктивной влаги.

За период с 1981 по 2015 гг. влагозапасы метрового слоя почвы перед уходом в зиму на обыкновенных и южных черноземах увеличились на 15-18%, на темно-каштановых и каштановых почвах – на 38%, на светло-каштановых – на 10%. При этом, повторяемость лет

с осенними запасами продуктивной влаги близкими к наименьшей полевой влагоемкости (НПВ) в черноземно-степных районах Правобережья достигла 50%.

Анализ динамики весенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы показывает, что за исследуемый период они увеличились на 15-20%. В лесостепных и черноземно-степных районах повторяемость лет с хорошими и достаточными (130-160 мм и более) запасами продуктивной влаги к началу весенних полевых работ в последние 20 лет составила 100%.

В сухостепных районах влажность почвы данной градации весной отмечалась в 20-30% лет, в остальных случаях влагозапасы метрового слоя почвы составляли в основном 91-130 мм, т.е. были удовлетворительными. В полупустынных районах хорошие и достаточные запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы весной отмечались всего в 1-2 случаях из 10. В 40-50% лет они были удовлетворительными (91-130 мм).

Главной особенностью климата региона является частая повторяемость засух и суховеев. В период наиболее интенсивного потепления климата (1981-2015 гг.) по сравнению с предшествующим 30-летним периодом повторяемость засух на территории Саратовской области существенно не изменилась. Вместе с тем заметно возросла интенсивность наблюдаемых засух. Так в черноземно-степных и полупустынных районах области повторяемость засух сильной интенсивности с $ГТК \leq 0,5$ в мае-июле увеличилась на 8-10%. В крайних юго-восточных районах области увеличивается число засух средней интенсивности с $ГТК = 0,6-0,7$. Величина гидротермического коэффициента (ГТК) за весь вегетационный период уменьшается по тренду со скоростью $-0,04/10$ лет, что свидетельствует об ужесточении гидротермических условий произрастания сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований показывают, что часто повторяющиеся засухи на фоне широкой распаханности сельскохозяйственных угодий и некомпенсационных систем земледелия способствуют существенной активизации негативных почвенных процессов, вызывающих деградацию почвенного покрова и снижение почвенного плодородия.

По материалам почвенных обследований к настоящему времени из общей площади сельскохозяйственных угодий более 65% перешли в разряд малоплодородных и только 20-25% отнесены к категории среднеобеспеченных гумусом.

Зерновые культуры по-разному реагируют на снижение почвенного плодородия. Наибольшей реакцией на уровень смывости почвы отличается яровая пшеница, меньшей – озимая пшеница и ячмень. Так, на слабоэродированных почвах яровая пшеница снижает урожайность на 15%, а на среднеэродированных – на 31%, озимая пшеница соответственно на 6 и 12%, ячмень – на 4 и 13%. В засушливые годы урожайность зерновых при переходе от несмытых к слабосмытым и среднесмытым почвам уменьшается еще на 10-20% [4].

В связи с этим, изменение основных агроклиматических характеристик требует разработки соответствующих мероприятий по адаптации сельскохозяйственного производства – от определения оптимальных сроков проведения агротехнических работ до выбора и селекции оптимальных сортов, которые отвечают новым условиям. В частности, смещение сроков посева яровых на более ранние позволит более эффективно использовать весенние запасы влаги. Увеличение теплообеспеченности и продолжительности вегетационного периода открывает возможности для более широкого использования позднеспелых сортов зерновых и масличных культур. В условиях мягких зим с большой вероятностью резких перепадов температуры выигрывать будут более пластичные сорта озимых культур, способные экономнее расходовать запасы питательных веществ в стрессовых ситуациях. При этом темпы адаптации должны соответствовать темпам изменения климата. В противном случае потепление климата может привести к падению среднего уровня урожайности зерновых и нестабильности сельскохозяйственного производства.

Литература

1. Левицкая Н.Г., Шаталова О.В., Иванова Г.Ф. Оценка современных тенденций изменения климата и их последствий для сельскохозяйственного производства в Нижнем Поволжье // Повышение эффективности использования агробиоклиматического потенциала юго-восточной зоны России: сб. науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. – Саратов: ООО «Сателлит» 2005. – С.273-284.
2. Левицкая Н.Г., Иванова Г.Ф., Орлова И.А. Оценка современного состояния агроклиматических ресурсов Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2013. Т.13, № 2. – С.10-12.
3. Прянишников А.И. Научное обеспечение устойчивого производства зерна в условиях глобального и локального изменения климата // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2009. – № 1. – С.22-25.
4. Савченко И.В., Прянишников А.И., Шабаев А.И. Научное обеспечение устойчивого сельскохозяйственного производства в условиях нарастающей аридизации климата // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. №6. – С.18-20.

THE CHANGE IN THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF FORMATION OF PRODUCTIVITY OF WHEAT IN THE VOLGA REGION

A.I. Pryanishnikov, N.G. Levitskaya, I.I. Demakina

FGBNU «AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE OF SOUTH-EAST»

Abstract: *The article assesses the effects of modern climate change on agroclimatic resources and productivity of basic grains. Shows trends in indicators of heat provision and water supply in the vegetation period and the reaction yield of winter and spring wheat.*

Keywords: temperature, precipitation, moisture, yield, trend, coefficient of variation.

УДК 633.11.112.1:631.527

ИТОГИ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ НАРАСТАНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА

В.П. КАДУШКИНА, С.А. КОВАЛЕНКО

ФГБНУ «ДОНСКОЙ ЗОНАЛЬНЫЙ НИИСХ»

E-mail: kadushkina1964@mail.ru, sa_kovalenko_83@mail.ru

В статье представлены результаты исследований 6 новых сортов и генотипов яровой твёрдой пшеницы, созданных в научно-исследовательском центре Донского ЗНИИСХ, адаптированных к условиям нарастания континентальности климата в Ростовской области. Изложены данные исследований, в которых основное внимание уделено показателям урожайности, устойчивости к болезням и полеганию. Перспективные генотипы мутантного происхождения показали высокую устойчивость к мучнистой росе (1-10%) и жёлтой ржавчине (5-15%), созревали на уровне стандарта или на 1-2 дня позже его. При рассмотрении сортообразцов гибридного происхождения отмечали повышенную засухоустойчивость. Показана значимость воздействия климатических условий на урожай и качество зерна. Отмечено, что в условиях засух качество зерна возросло. Наблюдали закономерное повышение белка в 2014 г. (до 16,3% у Горд. 4985/13) и клейковины в зерне (до 34,5% у Горд. 5057/12). При достаточном увлажнении в 2016 году количество клейковины было самым низким (24,7-31,0%), а натура и масса 1000 зёрен – наиболее высокими: 810 г/л и 41,2 г (у сорта Донэла М). Все вышеперечисленные линии характеризовались высокой устойчивостью к полеганию (кроме сортов Горд. 5057/12) несмотря на то, что в условиях 2016 года они были высокорослыми. За годы изучения в конкурсных сортоиспытаниях новые сортообразцы стабильно давали высокие урожаи: от 2,67 т/га до 3,80 т/га. Показано, что перспективные генотипы обладают высокой экологической пластичностью. При изучении в экологическом сортоиспытании в Краснодарском НИИСХ по урожайности превзошли стандарт Вольнодонская и сорт Николаша: Горд. 5036/12-5,34 т/га, Горд 4970/13 – 4,56 т/га.